

В.Ф. Сіренко, доцент, Сумський національний аграрний університет

ВИБІР СХЕМИ РЕКУПЕРАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В ОПАЛЮВАЛЬНО-ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ

Створення оптимального мікроклімату є необхідною умовою утримання тварин. Для того щоб навіть найкращі, відселекціоновані в потрібному напрямку продуктивності тварини в повній мірі реалізували свій генетичний потенціал, їм необхідно створити відповідні умови утримання.

Аналіз структури витрат електричної енергії на виробництво молока показав, що найбільшу питому вагу в загальних витратах займає енергія, споживана на створення і підтримання оптимального мікроклімату в тваринницьких приміщеннях. Тому одним з основних напрямків скорочення загальних витрат енергії на виробництво молока, а отже, і його собівартості є розробка та впровадження енергозберігаючого обладнання для створення і підтримки потрібного мікроклімату на тваринницьких фермах.

Одне із можливих напрямків економії енергоресурсів в тваринництві - утилізація тепла, що міститься у видаляемому повітрі із тваринницьких приміщень. Тепловиділення тварин що утворюється влітку повинно бути вилучено з приміщення за допомогою вентиляції, а теплота, що надходить в зимовий та перехідний періоди року може бути використана на обігрів приміщень. За рахунок використання теплоутилізаторів можна значно скоротити витрати електроенергії на теплопостачання тваринницьких приміщень.

Без проміжного теплоносія працює тепловентиляційна установка децентралізованого типу з утилізацією тепла ТУ-1М, яка може застосовуватися в усіх тваринницьких приміщеннях крім пташників [2]. Розрахунки показують, що застосування установок ТУ-1М на молочних фермах для утримання 200 голів тварин забезпечує скорочення енерговитрат на забезпечення мікроклімату на 45 % порівняно з традиційною системою, що є недостатнім. На ринку представлена велика кількість і фірм виробників, і різноманітні конструкції теплоутилізаторів. Щоб зробити свідомий і правильний висновок щодо використання енергозберігаючої техніки слід з'ясувати основи теорії і практики застосування цієї апаратури.

Рекуператори "повітря-повітря". Рекуперація (від лат. recuperatio — «зворотне отримання») — повернення частини матеріалів чи енергії для повторного використання у тому ж технологічному процесі. У випадку з повітрям в рекуператорі в холодний період року, передається тепло від витяжного повітря - припливному, а в теплий період року навпаки. Енергоефективність або тепловий ККД рекуператора розраховується з виразу:

$$\eta = \frac{t_i - t_u}{t_f - t_u}$$

де t_u - температура зовнішнього повітря;

tf - температура повітря, що видаляється (до рекуперації);

ti - температура припливного повітря (після рекуперації).

Умовний ККД пластинчастих теплообмінників від 15% до 75% і залежить від типу рекуператора. Чим більший перепад температур, то звичайно вище ККД будь-якого типу рекуператора. ККД рекуператора, в будь-якому випадку нижче 100% і для догріву на необхідну теплову потужність (всі типи) і 100% потужності нагрівання зовнішнього повітря в режимі байпасу (для пластинчастого типу), після рекуператора встановлюється нагрівач - калорифер, в залежності від енергоносія, часто електричний або водяний.

Найбільш поширеними є пластинчасті теплообмінники односекційні. Принцип теплообміну (рекуперації) відбувається без фізичного змішування зустрічних потоків повітря. Тепло повітря, що видаляється з приміщення повітря передається припливному повітрю за допомогою целюлозних теплообмінних пластин касет. Рух повітряних потоків в касетах перехресне. У таких секціях припливних установок немає рухомих частин, що подовжує термін їх експлуатації і робить відносно дешевими. У пластинчастих рекуператорах повністю виключене підмішування повітря, що видаляється і припливне. В конструкції відсутні рухомі деталі. Мають ККД від 0% при неправильному розрахунку та монтажу до 95% при комбінації декількох секцій і використання вологопроникного матеріалу пластин теплообмінника. Односекційні рекуператори найбільш часто використовуються в промислових припливно-витяжних установках, але часто їх енергоефективність завищена в рази, а то й порядки.

В таких рекуператорах на пластинах може утворюватися певна кількість конденсату, через що вони повинні бути обладнані відводами для зливу конденсату. В комплект пластинчастих теплообмінників стандартно входить штуцер, який встановлюється на знімну панель. Конструкція знімної панелі являє собою своєрідний лоток, в якому накопичується конденсат. Конденсатозбірник має водяний затвор, що не дозволяє вентилятору захоплювати і подавати воду в канал.

Типи пластинчастих секцій рекуператорів:

За типом виконання - перехресні та протиточні рекуператори.

Перехресний рекуператор - рух припливного потоку повітря і витяжного перпендикулярні по відношенню один до одного. Протиточний теплообмінник - витяжка і приплив рухаються в протилежних напрямках.

При однакових параметрах (витрати повітря, загальна площа пластин) умовний ККД рекуператора протиточного типу вище в 1,5-2 рази. Недоліком цього типу рекуператора є небезпека обмерзання при низьких температурах, що призводить до різкого падіння ККД, що особливо суттєво для перехресних секцій зважаючи меншої площі теплообміну. Зважаючи на значно більші площі теплообміну ймовірність обмерзання протитечійного рекуператора істотно нижче, ніж у перехресного. За типом комбінацій секцій - від двох до восьми секцій рекуператорів. За типом матеріалу - металеві і вологопроникні пластини теплообмінників.

З дюралевими пластинами рекуператорів все ясно. Вологопропускні пластини виготовлені із спеціально підготовленого матеріалу для теплообмінників - гігроскопічна целюлоза (надалі - папір). Існує помилкова думка, що папір дешевше інших матеріалів, застосовуваних для аналогічних цілей. Але це не так. Собівартість кілограма паперу в 2,5 рази вище ціни кілограма алюмінієвої фольги.

Папір багатошаровий і складається з 9 шарів. Центральний шар - основа - той, що створює саме "масу" паперу, її товщину. З обох боків йдуть попарно спеціальні шари:

- закріплюючий - додатково утримує основний шар механічно;
- електростатичний - видаляє статичний потенціал і зменшує прилипання пилу до поверхні теплообмінників;
- бактеріцидний - шар, що не дає розвиватися бактеріям і оберігає целюлозу від гниття;
- вологовідштовхувальний - шар, відштовхує воду, але не пару.

Головна проблема пластинчастих теплообмінників – обмерзання пластин теплообмінника. Із-за випадання конденсату існує серйозний ризик утворення льоду в холодну пору року. ККД таких установок у звичайному режимі близько 70%, але при температурах нижче -10 -150С випадає конденсат і необхідно спрацьовування системи відтаювання рекуператора.

Одне з можливих рішень це перекривання забору повітря з вулиці і обігрів теплим витяжним повітрям рекуператор. Але найчастіше не вистачає витяжного повітря, тому що відсутнє припливне. Якщо вирішити це питання відключенням припливу взагалі - тоді виникає небезпека зворотної тяги, тобто приплив повітря через витяжні канали, а іноді і димарі.

Якщо встановити калорифери до рекуператора і догріти зовнішнє повітря по лінії припливу перед рекуператором до -100С (наприклад від -22 до -10), то це є вкрай енергонеєфективно, тому що максимальний ККД рекуператора маємо якраз при максимальних перепадах температур припливної і витяжної ліній.

Відсутність в пропонованих пластинчастих теплообмінниках системи відтаювання і заявлений високий ККД, при роботі без збоїв, говорить лише про помилки у підборі рекуператора. Це означає, що у рекуператорі високі швидкості повітря і теплообмін незначний. Конденсат якщо й випадає, але випаровування при високих швидкостях відбувається значно швидше. Такий рекуператор має низький ККД із-за високої швидкості повітря в перерізі.

Правильне технічне рішення - це установка байпасної лінії на рекуператорі, тобто витяжка проходить і обігріває пластини, які відтають (дренаж йде через патрубок), а приплив йде через байпас на калорифер повз рекуператор. При обмерзанні рекуператора датчики реєструють перепад тиску. Одночасно відкривається обвідний повітропровід, через який припливне повітря надходить у приміщення нагріте калорифером. В такому випадку необхідно калорифер розраховувати на максимальну потужність, без урахування роботи рекуператора. Байпасна лінія також допоможе в теплий або перехідні період року, при порівняно однакових температурах всередині і

зовні, коли ККД рекуператора близький до нуля. Тим самим пластини менше забруднюються. Якщо вологість в приміщенні невелика, то небезпека обмерзання зводиться до мінімуму. Таке обладнання досить сильно збільшує кінцеву вартість агрегату. При вкрай низьких зовнішніх температурах пластинчастий односекційний рекуператор практично не виходить з обмерзлого стану.

Наступний крок - це використання двосекційного рекуператора, обмерзання якого не відбувається, обладнання працює до температури -250°C . Важливою перевагою установки є відсутність конденсату і тим самим, при монтажі, виключено незручність виведення дренажного трубопроводу.

Для остаточного вибору приведені переваги і недоліки пластинчастих теплообмінників з різними схемами руху теплоносіїв.

Пластинчасті теплообмінники перехресноточні:

+Низькі експлуатаційні витрати. Відсутні обертові елементи. Не вимагає обслуговування.

Проста автоматизація. Оптимальне співвідношення «витрати-кВт».

- Середня ефективність. Складність очищення (при відсутності фільтра). Без можливості повернення прихованої теплоти і вологи. Високий аеродинамічний опір. Обмерзання при низьких температурах зовнішнього повітря, з необхідністю наявності байпасної перемички обвідного контуру, при якому навантаження на нагрів 100% . Неефективні для приміщень з вологим витяжним повітрям за рахунок великого випадання конденсату при низьких температурах припливного повітря. Немає можливості передачі прихованої теплоти.

Пластинчасті теплообмінники протиточні

+Два, три або чотири пластинчастих перекрестноточних рекуператорів. Низькі експлуатаційні витрати. Високий ККД. Відсутні обертові елементи. Не вимагає обслуговування. Проста автоматизація.

- Високі капітальні витрати. Неможливість очищення (при відсутності фільтра). Без можливості повернення прихованої теплоти і вологи. Досить високий аеродинамічний опір. Ймовірність обмерзання при гранично низьких температурах зовнішнього повітря.

Немає можливості передачі прихованої теплоти.

Література

1. Машины та обладнання для тваринництва [Текст]: підручник для студ. вищих навч. закладів / І. І. Ревенко, М. В. Брагінець, В. І. Ребенко. - К. : Кондор, 2009. - 730 с.

2. <http://www.gosthelp.ru/text/Energosberegayushheeboru.html>